

## Pilot soortresponsies waterschap Rivierenland en hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

*Nico Jaarsma (Nico Jaarsma Aquatische ecologie en Fotografie), Ronald Gylstra (waterschap Rivierenland), Gert van Ee (hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier), Gerben van Geest (STOWA)]*

**Soortresponsies geven informatie over het voorkomen van een soort in relatie tot de milieuomstandigheden. Ze kunnen worden afgeleid uit monitoringsdata. De berekende responsies kunnen worden gebruikt om milieuomstandigheden af te leiden uit de aanwezige soorten (milieu-indicatie) of, omgekeerd, om de geschiktheid van het milieu voor (doel)soorten te beoordelen (habitatgeschiktheid). In twee pilots zijn met verschillende methoden milieu-indicatiewaarden afgeleid voor macrofauna en macrofyten. De bevindingen kunnen onder andere worden gebruikt bij de uitwerking van ecologische sleutelfactor 4 (habitatgeschiktheid) door de STOWA.**

Sinds de invoering van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) wordt de biologie in het oppervlaktewater op grote schaal en op een gestandaardiseerde wijze bemonsterd. Vaak gebeurt er met deze meetgegevens echter weinig méér dan het toetsen aan de KRW-maatlat. Dit levert weliswaar een score voor de biologische kwaliteit, maar niet een beter inzicht in het functioneren van het ecosysteem. In combinatie met de fysisch-chemische waterkwaliteitsmetingen ligt er inmiddels een schat aan informatie. Hieruit kunnen enerzijds soortresponsies afgeleid worden, anderzijds kunnen de biologische data ons aanvullend op de fysisch-chemische waterkwaliteitsmetingen veel leren. De planten en dieren zijn namelijk indicatief voor de omstandigheden in het watersysteem over langere periode en in verschillende habitats. Ze weerspiegelen feitelijk de huidige en historische condities op de standplaats (planten), van het traject (macrofauna) en van het gehele watersysteem (vissen).

Voor waterschap Rivierenland, hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Nico Jaarsma aanleiding voor een pilot 'soortresponsies'. Centrale vraag: hoe kunnen we de beschikbare gegevens over het voorkomen van soorten gebruiken om meer over de kenmerken en het functioneren van het systeem te leren?

### **Wat weten we van de milieueisen van soorten, wat indiceren ze?**

Welke *eisen* stellen de soorten uit bijvoorbeeld de KRW-maatlatten of de Natura2000 doelsoorten aan hun milieu? Een logische vraag, maar meestal kunnen we daar weinig specifiek over zeggen. Het is opvallend dat juist dit aspect tot op heden weinig aandacht heeft gekregen. Deze kennis is namelijk nodig om realistische doelen te kunnen stellen. Pas recent, bij de uitwerking van de ecologische sleutelfactoren [1], heeft dit een prominentere plek gekregen in de vorm van de habitatcondities (ESF4). Omgekeerd weten we dus vaak ook niet wat een soort *indiceert*. Dat kroos indicatief is voor zeer voedselrijk (hoog belast) water weten we nog wel, maar wat een soort als doorgroeid fonteinkruid zegt over het milieu? Er is in de loop van de tijd veel onderzoek geweest naar soort-indicatiewaarden (zie kader); dit is echter niet stelselmatig uitgewerkt in praktisch toepasbare tools en is in de vergetelheid geraakt. Hier ligt een kennishiaat.

**Bestaande indicatiewaarden**

Voor vegetatie zijn indicatiewaarden te vinden in bijvoorbeeld Bloemendaal & Roelofs [2, 3] en in de ICHORS rapporten [4, 5]. De tool AqMaD is gebaseerd op indicatiewaarden uit de Limnodata. Voor macrofauna zijn er de Ristori-rapporten [6], de atlas van macrofauna in Noord-Holland [7], de indicatiewaarden voor macrofauna in Noord-Holland [8] en het IMRAM model [9]. Voor vis zijn er HGI's ([www.sportvisserijnederland.nl](http://www.sportvisserijnederland.nl)). Voor diatomeeën is er recent een rapport van Herman van Dam verschenen [10]. Vaak is onduidelijk waar de indicatiewaarden op zijn gebaseerd (welke data, welke milieus, welke eenheden) en hoe ze zijn bepaald. Vaak ook zijn ze slechts voor een beperkt aantal soorten beschikbaar of zijn ze te complex om toe te passen (meervoudige logistische regressie).

Het kennishiaat kan worden gedicht met behulp van de ecologische monitoringsgegevens die de afgelopen jaren voor de KRW-toetsing zijn verzameld. Dit artikel beschrijft de aanpak die is gevolgd in twee pilotstudies, een voor waterschap Rivierenland (WSRL) en een voor hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK).

Voor WSRL is gerekend met vegetatie- en waterkwaliteitsvariabelen, voor HHNK is de relatie tussen het voorkomen van macrofauna en waterkwaliteit, vegetatie, morfologie etc. onderzocht. Dit heeft geleid tot responsietabellen, waarin per soort en per milieuvariabele indicatiewaarden (optima of gewogen gemiddelden) zijn opgenomen. Daarbij is onderscheid gemaakt naar deelgebied(en) en watertype(n). De tabellen bevatten tevens informatie over de spreiding (min-max-mediaan- tolerantie) en over de statistische significantie van de gevonden relaties. Dit laatste kan worden gebruikt bij de keuze om de informatie van alle soorten te gebruiken, of van alleen de indicatorsoorten.

Met de informatie uit de tabellen kan in twee richtingen worden gewerkt:

1. van aangetroffen soorten naar milieu-omstandigheden (milieu-indicatie). Hiervoor worden alleen de milieu-indicatiewaarden (optima) en eventueel de significantie van de soorten gebruikt. Een eenvoudige benadering voor milieu-indicatie is om het gemiddelde van de optima van de aanwezige soorten in een monster te nemen. Om een realistische indicatie van de milieu-omstandigheden te krijgen is echter een iets complexere aanpak nodig, met achteraf nog een lineaire regressie op de berekende waarden.
2. van gemeten milieu-omstandigheden naar soorten (habitatgeschiktheid). Hiervoor is niet alleen het optimum maar ook de vorm van de responsfunctie van belang. Soorten met een brede platte curve bijvoorbeeld worden over een bredere range van de milieugradiënt aangetroffen dan soorten met een smalle curve.

Naast beide pilotstudies is voor HDSR een 'vissentool' ontwikkeld, een habitatgeschiktheidstool gebaseerd op soortresponsies [11]. Ook wordt momenteel voor Waternet gewerkt aan habitateisen voor vegetatie in het Vechtplassengebied.

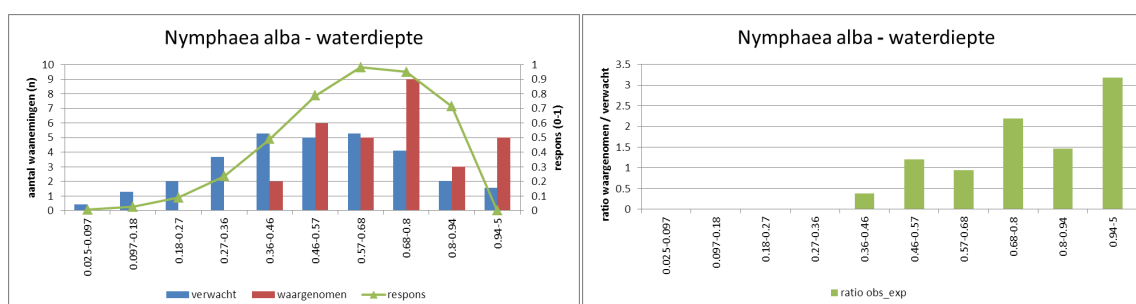
**Bepalen van de soortresponsies: twee methoden**

In de pilot is gebruik gemaakt van twee methoden, die beide relatief eenvoudig van opzet zijn. Ze gaan uit van 1:1 relaties tussen milieuvariabelen en het voorkomen en de abundantie van soorten. Ze zijn daarmee inzichtelijk en goed interpreteerbaar. De eerste methode is gebaseerd op Ter Braak [10] en gaat uit van 'optima' en 'toleranties'. Feitelijk is dit het naar abundantie

gewogen gemiddelde en de spreiding, uitgedrukt in naar abundantie gewogen standaarddeviatie. De tweede methode is gebaseerd op Bloemendaal & Roelofs [2] en berekent een 'naar presentie gewogen gemiddelde', gebaseerd op het voorkomen van een soort in klassen van een milieuvariabele.

Beide methoden hebben hun eigen sterke en zwakke punten en vullen elkaar goed aan. Het optimum (ter Braak) geeft aan waar een soort binnen een dataset het meest wordt aangetroffen. Hierbij speelt ook de verdeling van waarnemingen in de dataset een rol. Het gewogen gemiddelde (Bloemendaal&Roelofs) geeft de specifieke voorkeur van een soort weer. Hier wordt rekening gehouden met de verdeling van waarnemingen binnen de dataset. We hebben expliciet niet gekozen voor complexere modellen (zoals meervoudige logistische regressies [6, 9]) omdat deze al snel niet meer te interpreteren zijn. De kracht zit hem in dit geval in de eenvoud. Door de berekeningen uit te voeren met database-query's kunnen zeer grote datasets met vele soorten, milieuv variabelen en waarnemingen worden doorgekend, waarbij een eenduidige berekening van de indicatiewaarden is gegarandeerd.

Afbeelding 1 geeft een voorbeeld van het resultaat van beide methoden. De curve (groene lijn) beschrijft de respons van de witte waterlelie op de factor waterdiepte op basis van de methode ter Braak. Omdat de milieudata (logaritmisch) zijn getransformeerd, voorafgaand aan de bepaling van optimum en tolerantie, is de curve asymmetrisch. De staafdiagrammen laten de verdeling van waarnemingen (rood) en verwachtingen (blauw) zien per klasse volgens de methode Bloemendaal&Roelofs. De afbeelding rechts laat de verhouding tussen waargenomen en verwacht zien per klasse. Beide methoden laten zien dat de witte waterlelie een duidelijke voorkeur heeft voor de wat diepere wateren. De methode Bloemendaal&Roelofs laat echter zien dat de voorkeur (preferentie) van witte waterlelie ligt bij de diepste wateren in de dataset (> 0.94m). Met de methode ter Braak kan dit niet inzichtelijk worden gemaakt, deze berekent het zwaartepunt in voorkomen (optimum) in de klasse (0.57-0.68m).



**Afbeelding 1. Respons van de witte waterlelie op waterdiepte (data WSRL)**

De blauwe balken geven het verwachte aantal waarnemingen weer, de rode balken het werkelijke aantal waarnemingen in de dataset. De groene lijn is de responsfunctie op basis van optimum en tolerantie. De rechter afbeelding geeft de verhouding tussen waargenomen en verwacht weer.

### Toepassing van de berekende soortresponsies

Op basis van de aangeboden dataset leveren beide methoden milieu-indicatiewaarden (optima, toleranties en gewogen gemiddelden) op van soorten voor milieuv variabelen. Deze waarden kunnen op verschillende manieren worden gebruikt. Er zijn echter twee hoofdtoepassingen:

1. evalueren van de milieuecondities aan de hand van de aangetroffen soorten;
2. evalueren van de habitatgeschiktheid voor specifieke soorten aan de hand van de aanwezige milieuecondities.

**Ad 1.** De milieu-indicatiewaarden van soorten maken het mogelijk om soortenlijsten te vertalen naar de milieuecondities die de aangetroffen soorten indiceren. Dit kan gebruikt worden voor de diagnose; wat vertellen de soorten over de standplaats. Dit kan om verschillende redenen waardevol zijn, bijvoorbeeld voor:

- knelpuntenanalyse (verschil tussen milieu-indicatie van aangetroffen soorten en doelsoorten);
- trendanalyse (de waterkwaliteit verbetert, maar laten de soorten dat ook zien?);
- ontbreken van milieugegevens (gebruik van soorten om milieuecondities te indiceren).

**Ad 2.** De habitatgeschiktheid voor een soort kan worden geëvalueerd met behulp van de respons van die soort op relevante milieuecondities. Dit is feitelijk de prognose; is de standplaats geschikt voor de soort, bijvoorbeeld:

- Met behulp van het optimum en de tolerantie (Ter Braak [12]) kan een responscurve worden afgeleid die de abundantie van een soort beschrijft als functie van een milieuvariabele. Feitelijk is dit een habitatgeschiktheidsindex (HGI);
- Met behulp van de methode van Bloemendaal&Roelofs [2] wordt de frequentie van voorkomen van een soort per traject (klasse) van een milieuvariabele bepaald. Ook wordt getoetst of deze significant afwijkt van de verwachting. Hieruit kan feitelijk (de verandering in) de kans op voorkomen per traject van een milieuvariabele worden afgeleid.

## De bevindingen van de pilots

### ***Pilot WSRL: indicatiewaarde macrofyten***

Voor WSRL zijn optima (ter Braak) en gewogen gemiddelden (Bloemendaal&Roelofs) berekend op basis van gestandaardiseerde KRW-vegetatieopnamen en van gegevens over waterkwaliteit uit de periode 2006-2013. Doel van het afleiden van de indicatiewaarden was om milieuecondities af te kunnen leiden op basis van voorkomende soorten. Door waterschap Rivierenland is samen met Nico Jaarsma hiervoor een Exceltool ontwikkeld, waarmee de soortenlijsten kunnen worden vertaald naar de milieuecondities die deze soorten indiceren.

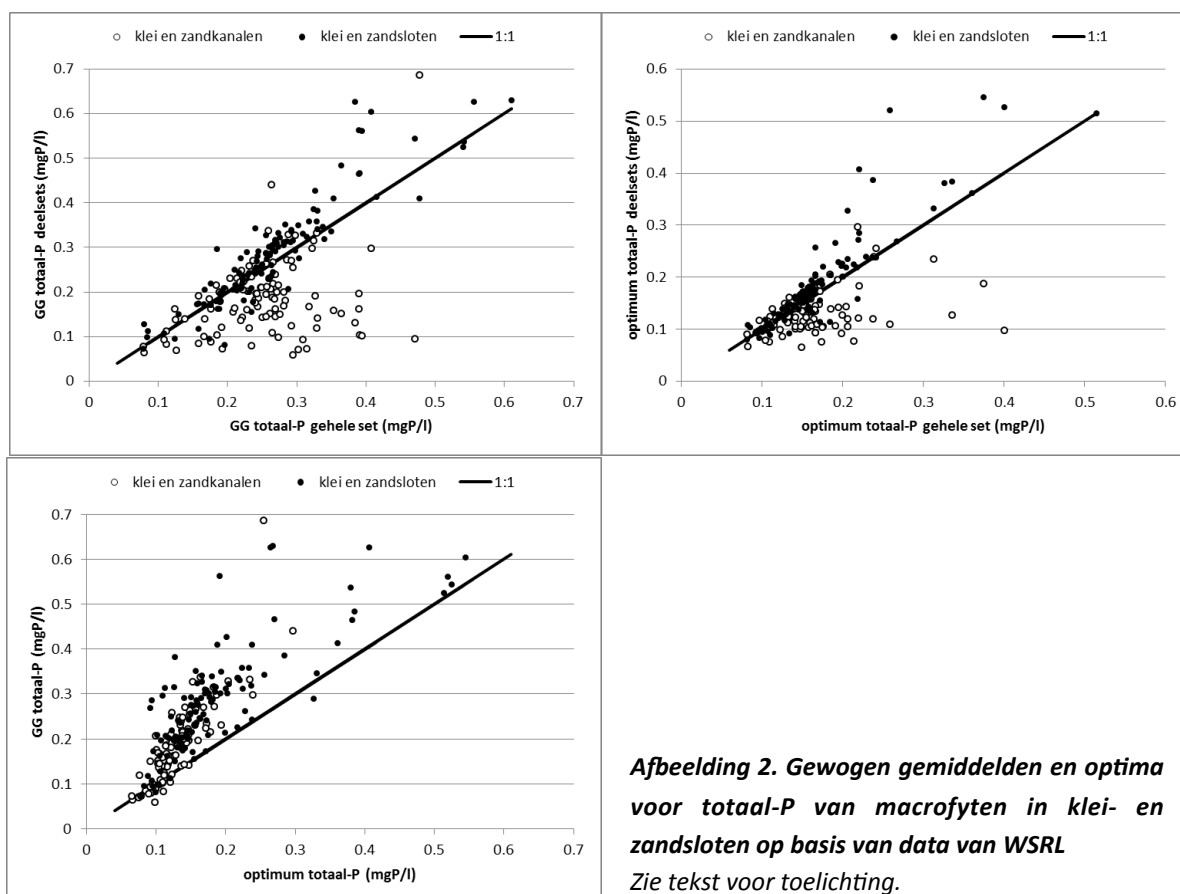
De gebruikte dataset bestond vooral uit data van sloten en kanalen in veen- en kleigebied. Verwacht mag worden dat soorten in verschillende wateren een andere respons (optimum of gewogen gemiddelde) vertonen op bepaalde milieuv variabelen. Daarom is onderzocht in hoeverre de indeling van data in deelsets de uitkomsten beïnvloedt. Tegelijkertijd is gekeken of op basis van de beschikbare gegevens over watertypen al iets kan worden gezegd over het belang van watertype voor het voorkomen van soorten. De dataset is op verschillende manieren ingedeeld op basis van KRW-relevante factoren en indelingen zoals bodemtype (zand/klei/veen), stroming (M/R-type) en hoofdwatertype (sloot, kanaal etc.).

Enkele bevindingen:

- Het voorkomen van waterplanten in het beheergebied van WSRL vertoont een **duidelijk verband met het watertype**. De bodem (veen), de dimensie (sloot versus kanaal) en vorm

(lijn versus vlak) spelen een belangrijke rol. Stroming (R-typen) is uiteraard van belang, maar komt door het beperkt aantal waarnemingen niet duidelijk uit de analyse;

- De **waterkwaliteit kan maar een (beperkt) deel van de variatie in macrofyten verklaren**; het verdient daarom aanbeveling om in een vervolg ook gegevens over morfologie, hydrologie, dimensies en beheer mee te nemen;
- De gevonden relatie tussen het voorkomen van waterplanten en de waterkwaliteit is **deels afhankelijk van de gekozen dataset**. Voor kroossoorten in kanalen worden bijvoorbeeld geen significantie relaties met de waterkwaliteit gevonden. Voor kroossoorten in datasets met meer variatie, zoals kanalen + sloten, worden wel significantie relaties met de waterkwaliteit gevonden;
- Ook wordt de **ligging van het optimum en het gewogen gemiddelde bepaald door de keuze van de dataset**. Afbeelding 2 laten zien dat:
  - het gewogen gemiddelde (GG) en het optimum voor totaal-P voor planten in (klei- en zand)sloten meestal hoger ligt dan in (klei- en zand)kanalen (bovenste figuren). Beide zijn afgezet tegen de totale set van (zand- en klei)sloten en -kanalen;
  - het gewogen gemiddelde 'stelselmatig' hoger ligt dan het optimum (afbeelding linksonder).



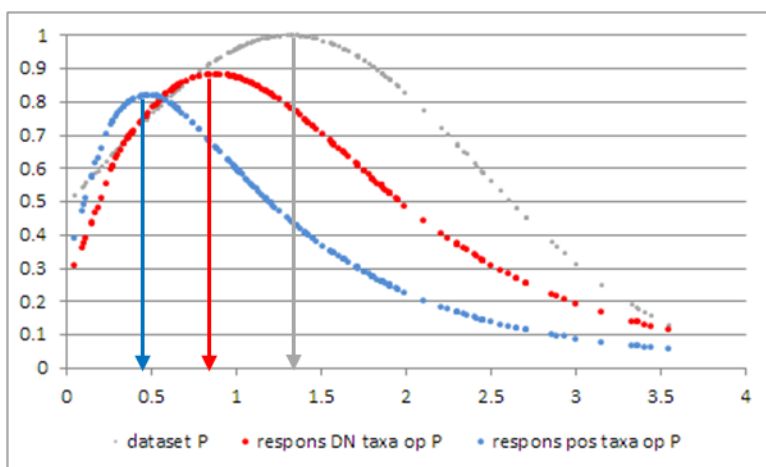
**Afbeelding 2. Gewogen gemiddelden en optima voor totaal-P van macrofyten in klei- en zandsloten op basis van data van WSRL**

Zie tekst voor toelichting.

### **Pilot HHNK: habitatgeschiktheid macrofauna**

Voor HHNK zijn soortresponsies van macrofauna van sloten en kanalen berekend. De gebruikte dataset was afkomstig van de provincie Noord-Holland en betrof gestandaardiseerde macrofaunabemonsteringen uit de periode 1979-1985. Het bleek dat de dataset kwalitatief

zeer goed was, en dat de verschillende soorten ook een duidelijk verschillende respons vertoonden op milieufactoren (zie afbeelding 3).



**Afbeelding 3. Respons van macrofauna op totaal-P (data provincie-Noord-Holland 1979-1985)**

De blauwe symbolen geven de gemiddelde respons weer van de positieve taxa uit de maatlat M1, rode symbolen de negatieve taxa (DN) uit de maatlat en de grijze symbolen de verdeling van P-gehalten in de dataset. Het optimum ligt op circa 0.4 mgP/l voor de positieve taxa, op circa 0.8 mgP/l voor de DN taxa en het gemiddelde voor de dataset op circa 1.35 mgP/l.

Onderzocht is of de berekende responsies gebruikt konden worden om EKR-waarden af te leiden als functie van nutriëntengehalten (achtergrondgehalten van N en P). Zoals afbeelding 3 laat zien is de respons van de 'positieve' en de 'dominant negatieve' soorten uit de macrofaunamaatlat op P duidelijk onderscheidend. Het is ook mogelijk om dit te vertalen naar een EKR. De nutriëntengehalten waren in de onderzoeksperiode (gedurende het hoogtepunt van de eutrofiëring) echter dermate hoog dat de dataset voor het beoogde doel niet bruikbaar was. In afbeelding 3 is ook te zien dat niet alleen het optimum van de positieve taxa, maar ook dat van de DN taxa lager ligt dan het gemiddelde in de dataset. Dit suggereert dat de omstandigheden voor macrofauna bij de gemiddelde P-gehalten al verre van optimaal zijn. Daarbij moet natuurlijk worden bedacht dat niet zozeer het P-gehalte zelf, maar veel meer de bijbehorende habitat (sloot in intensief landbouwgebied, weinig ondergedoken vegetatie, kroos, slechte zuurstofhuishouding, vaak geschoond etc.) voor de macrofauna bepalend is. Blijkbaar is totaal-P echter wel een goede indicator.

#### **Wat kunnen we er mee en hoe verder?**

Een kansrijke en waardevolle toepassing van soortresponsies is de inzet als hulpmiddel bij het stellen van realistische doelen en maatregelen voor de ecologie. Enerzijds kan dit door diagnose van knelpunten, anderzijds door het bepalen van de habitatgeschiktheid voor soorten. Hiervoor zijn lijsten nodig van soorten en hun respons op de heersende milieufactoires. De vraag is in hoeverre deze soortenlijsten en relaties gebiedsspecifiek moeten zijn.

Een van de belangrijkste bevindingen uit de pilots (en de toepassingen elders) is namelijk dat de afgeleide indicatiewaarden niet zo maar overal toepasbaar zijn. Vergelijking van berekende fosfaat-indicatiewaarden voor soorten in sloten en in kanalen van WSRL lieten al grote

verschillen zien tussen deze watertypen. De indicatiewaarden voor soorten kunnen daarnaast ook verschillen tussen regio's. Een gebufferde sloot in de kop van Noord-Holland wijkt bijvoorbeeld hydrobiologisch af van die in Rivierenland doordat de eerste pas recent is verzoet en zeer hoge P-gehalten heeft. Dezelfde soorten kunnen in dat geval een andere respons laten zien. Aan de andere kant weten we ook dat bepaalde soorten zeer indicatief zijn voor bepaalde milieuomstandigheden, bijvoorbeeld stromingsindicatoren bij de macrofauna. In dat opzicht kan er wellicht een onderscheid worden gemaakt in:

1. indicatiewaarden die algemeen en absoluut toepasbaar zijn;
2. indicatiewaarden die alleen in specifieke watertypen of gebieden toepasbaar zijn en/of relatief toepasbaar zijn.

Met 'absoluut toepasbaar' wordt bedoeld dat aan de indicatiewaarde een absolute waarde mag worden gehecht (bijvoorbeeld een stroomsnelheid). Met 'relatief toepasbaar' wordt bedoeld dat de indicatiewaarden relatief ten opzichte van andere soorten gebruikt kunnen worden. Wanneer er gebiedsspecifieke indicatiewaarden berekend moeten worden, is het van belang om helder onderscheiden hydrobiologische eenheden te kunnen definiëren.

Uitdaging is om voor deze vragen een werkbare oplossing te bedenken. Dan is de weg vrij om met de beschikbare KRW-data en de hier gebruikte methoden soortresponsies af te leiden en tools (verder) te ontwikkelen. Ook kan in het vervolg worden gewerkt aan complexere modellering (enkelvoudige logistische regressie) voor de belangrijkste variabelen.

### Lopende initiatieven

Op dit ogenblik lopen er verschillende initiatieven die gericht zijn op het verder uitwerken en toepassen van soortresponsies.

De STOWA werkt op dit ogenblik aan de verdere invulling van ecologische sleutelfactor 4 (habitatgeschiktheid). Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van de informatie die de soortensamenstelling geeft over de abiotiek (en bijbehorend ecologisch functioneren) van een watersysteem. Voor dit doel wordt de tool AqMaD verder ontwikkeld. AqMaD is al beschikbaar voor water- en oeverplanten, en eind 2015 is een nieuwe versie gereed voor andere soortgroepen (diatomeeën, macrofauna en vis).

Een ander project waarbinnen soortresponsies worden bepaald, is een herhaling van het grootschalige 'Waterplanten en Waterkwaliteit' -onderzoek door Jan Roelofs (Radboud Universiteit). Voor dit onderzoek wordt de komende jaren zowel de vegetatie als water- en bodemchemie bemonsterd op circa 600 locaties in Nederland. Dit levert een gedetailleerd beeld van de responsie van soorten op een groot aantal milieuvariabelen, inclusief parameters die anaeroob gemeten worden (zoals sulfide-concentraties in het poriewater van sediment). Dit onderzoek geeft ook inzicht in de vraag in hoeverre onderscheid gemaakt moet worden tussen verschillende watertypen, bodemsamenstelling, enzovoorts.

### Referenties

1. STOWA, 2014. Ecologische sleutelfactoren. Begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen. STOWA -rapportnummer 2014-19.
2. Bloemendaal, F.H.J.L & J.G.M. Roelofs, 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Stichting KNNV en vakgroep Aquatische Oecologie en Biogeologie van de KUN.

3. De Lyon, M.J.H. & J.G.M Roelofs (1986) Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Deel 1 en 2. Technisch Rapport, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
4. Barendregt, A., J.W. Nieuwenhuis en P. de Joode, 1990. Milieu-indicatiewaarden van water- en oeverplanten in Noord-Holland, Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Rijksuniversiteit Utrecht.
5. Barendregt, A. en M. Wassen, 1989. Het hydro-ecologisch model ICHORS (versies 2.0 en 3.0) - de relaties tussen water- en moerasplanten en milieufactoren in Noord-Holland, Vakgroep Milieukunde, Rijksuniversiteit Utrecht.
6. Ertsen Doesjka, Piet Verdonschot, Rick Wortelboer & Bas van der Wal, 2007. Ristori. Modellen voor het voorspellen van de effecten van maatregelen op de aquatische gemeenschappen van sloten en beken. STOWA- rapportnummer 2007-15. STOWA, Utrecht.
7. Steenbergen, H.A., 1993. Macrofauna-atlas van Noord-Holland : verspreidingskaarten en responsies op milieufactoren van ongewervelde waterdieren. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
8. Amesz, M. & A. Barendregt, 1995a. Milieu-indicatiewaarden van aquatische macrofauna in Noord-Holland. Deel I, Vakgroep Milieukunde, Universiteit Utrecht. Dienst Milieu en Water & Dienst Ruimte en Groen, Provincie Noord-Holland. Utrecht/Haarlem.
9. Amesz, M. en A. Barendregt, 1996. Imram: een voorspellingsmodel voor aquatische macrofauna in Noord-Holland, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht.
10. Dam, H. van (2013): Ontwikkeling module diatomeeën voor Volg- en Stuursysteem en KRW-Verkenner. Rapport 906. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur. Amsterdam. 70p. + digitale bijlagen
11. Jaarsma, 2014. Handleiding Vissentool HDSR. In opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Nico Jaarsma Ecologie & Fotografie, Den Hoorn.
12. Ter Braak, C.J.F., 1996. Unimodal models to relate species to environment. DLO-Agricultural Mathematics Group, Wageningen.